中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(1)：70～81（1997）

廢棄香菇木屑堆肥研製及對小白菜之肥效[1]

簡宣裕[2]　莊作權[3]

摘要：本研究目的爲探討將廢棄香菇木屑與雞糞以三種不同比例配方混合後研製堆肥，瞭解堆肥化過程的成分變化，及不同肥培對小白菜生長的影響。結果顯示於發酵過程中，大致三種配方之 pH、全氮濃度均逐漸增加，電導度先下降然後再上升，有機碳含量與碳氮的比値、氨氣濃度逐漸減少。木屑與雞糞依乾重以16：4或32：4混合者，氨氣濃度顯著較少，且可在八星期內趨近於穩定腐熟。

三種配方堆肥的 pH 值、全氧化鈣濃度、全氧化鎂濃度相近，電導度、全氮濃度、全磷濃度及全鉀濃度，則以配方 A （8：4）＞配方 B（16：4）＞配方 C（32：4）順序遞減。將堆肥施入土壤，前三天內土壤的微生物菌數最多。盆栽試驗結果獲知配方 A 堆肥最有利於小白菜生長，其次爲配方 B 堆肥。盆栽土壤3kg 施用12g 堆肥，若把堆肥養分(氮、磷、鉀)含量，按1／5或1／2爲有效養分估算，然後以化學肥料補足，相當于每盆施用 0.360g 有效性氮、0.215g 磷酐、0.288g 氧化鉀，進行盆栽試驗，小白菜產量皆比只施用化學肥料者高，且達顯著差異水準。

關鍵詞：堆肥化、廢棄香菇木屑堆肥、小白菜。

臺灣一年栽培菇類之後廢棄木屑有119,250公噸，其中廢棄香菇木屑量爲54,000公噸，所佔的比例最大(6)。大部份的菇類栽培期皆集中於秋天至春天之間，在晚春至初夏時菇農將廢棄木屑清出菇舍，故這段時間有大量且集中的廢棄木屑產生。以前菇農對廢棄菇類木屑的處理方式大多採取直接傾倒於窪地、河道或偏僻小道的方式或如同燃燒稻草的習慣在空地處加以焚燒，如此不但將寶貴的有機物資源浪費掉，而且造成環境的污染(12)。

食用菇類栽培過程可能夾帶如 *Fusarium*、*Trichoderma*等雜菌(11)，此些微生物對於作物的生長可能是有害的(14)，故不加以堆肥化就直接施用，會使作物發生病害的機率增加，且廢棄菇類木屑的纖維素、有機碳含量高，雖可資源化再循環利用，但因還含有許多易被微生物利用的有機物，若不加以處理就施用於土壤，則微生物的族群會迅速繁衍(15)，造成與作物競爭養分、作物根部周圍溫度太高及缺乏氧氣(19)而窒息，故廢棄菇類木屑最好先與含氮量高的雞糞（表4）混合，以降低碳氮的比例，提供氮源供發酵過程中微生物使用，加速堆肥化，使其性質穩定化後再使用，較爲妥當。本研究目的爲觀察堆肥化過程的成分變化，以瞭解木屑與雞糞於製造堆肥時，較合適的混合比例，及探討此堆肥對作物生長的影響，擬將試驗所得的資料提供給農民參考採用，希望因此可以解決廢棄菇類木屑污染環境的問題，亦能有益於土壤生產力的提升。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1887 號。
2. 本所農化系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學土壤環境研究所教授。臺灣省　臺中市。

材料與方法

一、廢棄香菇木屑堆肥之研製

有三種配方研製堆肥（82年9月至82年12月），即配方 A：木屑＋雞糞（8：4，w／w），配方 B：木屑＋雞糞（16：4），配方 C：木屑＋雞糞（32：4），木屑主要來自桉樹等闊葉樹種，二重複。每配方堆積量爲6公尺（長）×5公尺（寬）×1.5公尺（高），水分含量調爲60%左右，堆積處底下有通風管送風，送風量爲100公升／分鐘，每立方公尺，每隔二十五分鐘送風五分鐘，每星期用鏟裝機翻堆一次，定期取樣。

測定項目：1. pH 及電導度，按樣品與水以1：5充分攪拌混合後一小時，分別以玻璃電極酸鹼度計及電導度計測定。2. 全磷、全鉀，以二酸法分解，磷以鉬酸銨顯色法顯色後，用光電比色器測定，鉀用火燄分光儀測定[10]。3. 全氮，樣品以濃硫酸及催化劑分解[10]後，用擴散法測定。4. 有機碳，以濕化法（wet combustion method）測定[20]。5. 氨氣，以北川氏氣體檢知管[17]，測定發酵中堆肥材料正上方之氨氣濃度。6. 土壤微生物菌數測定：堆肥與土壤以1：100混合，調水分爲20%、40%，置於25°C培養箱，在0天、1天、3天、5天、14天、35天取樣，樣品經適當稀釋，取0.1mL 稀釋液，用三角玻棒均勻塗抹於營養肉汁洋菜（NA）平面培養基及馬鈴薯洋菜（PDA）平面培養基，分別培養細菌及眞菌，於25°C培養箱培養七天後，計算培養基上的菌數[25]。

二、不同成分堆肥對小白菜（*Brassica chinensis* L. Makino）生長之影響

㈠施肥處理：

三種配方堆肥（成分如表1），各有四種施肥處理，如表2所列：

施肥處理Ⅰ（Treatment Ⅰ）：3kg 盆栽土壤施用12g 堆肥，將堆肥養分含量按1／5爲有效養分估算，然後以化學肥料補足。施肥處理Ⅱ（Treatment Ⅱ）：3kg 盆栽土壤施用12g 堆肥，將堆肥養分含量按1／2爲有效養分估算，然後以化學肥料補足。施肥處理Ⅲ（Treatment Ⅲ）：3kg 盆栽土壤施用12g 堆肥。施肥處理Ⅳ（Treatment Ⅳ）：3kg 盆栽土壤施用化學肥料。處理Ⅰ、處理Ⅱ及處理Ⅳ均相當於每盆施用0.360g 氮、0.215g 磷酐、0.288g 氧化鉀。化學肥料採用尿素、過磷酸鈣、氯化鉀。盆栽土壤取自農業試驗所21號田區，土壤性質如表3所列。

表 1. 廢棄香菇木屑堆肥的養分濃度

Table 1. Nutrient composition of shiitake sawdust waste composts

Recipe	pH	E. C.[z] mmhos/cm	T.N. (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	O. C. (%)
A	8.6a[y]	4.6a	2.46a	4.33a	2.26a	9.63a	0.17a	28.0b
B	8.6a	4.1a	2.37a	4.19a	2.23a	9.12ab	0.16a	28.2b
C	8.3a	3.4b	2.25b	3.99b	2.18a	8.70b	0.15a	30.7a

z E. C.: Electrical conductivity. T. N.: Total nitrogen. O. C.: Organic carbon.

y : Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the Duncan test.

表 2. 施肥處理

Table 2. Fertilizer application treatments.

Treatment[z]	Recipe A compost applied (g/pot)			Chemical fertilizer applied (g/pot)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
I	0.221	0.389	0.204	0.316	0.137	0.247
II	0.221	0.389	0.204	0.250	0.020	0.186
III	0.221	0.389	0.204	0	0	0
IV	0	0	0	0.360	0.215	0.288
Treatment	Recipe B compost applied (g/pot)			Chemical fertilizer applied (g/pot)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
I	0.213	0.378	0.201	0.317	0.139	0.248
II	0.213	0.378	0.201	0.254	0.026	0.188
III	0.213	0.378	0.201	0	0	0
IV	0	0	0	0.360	0.215	0.288
Treatment	Recipe C compost applied (g/pot)			Chemical fertilizer applied (g/pot)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
I	0.203	0.360	0.196	0.319	0.143	0.249
II	0.203	0.360	0.196	0.259	0.035	0.190
III	0.203	0.360	0.196	0	0	0
IV	0	0	0	0.360	0.215	0.288

[z] Treatment I : Compost mineralization rate was estimated by 1/5.
Treatment II : Compost mineralization rate was estimated by 1/2.
Treatment III : Compost mineralization rate was estimated by 100%.
Treatment IV : Check.

表 3. 試驗土壤之性質

Table 3. Soil properties of the experiment.

pH	O. M. (%)	Bray No. 1 P (ppm)	Exchangeable K (ppm)	Texture
5.2	1.8	10	55	Silt Loam

(二)產量調查及植體養分測定：

盆栽種植小白菜（83年5月4日），三重複。植後第三十五天採收，做產量調查及植體全氮、全磷及全鉀濃度的測定，化驗分析方法同上述測定堆肥樣品者。

結果與討論

一、廢棄香菇木屑堆肥化過程的成分變化

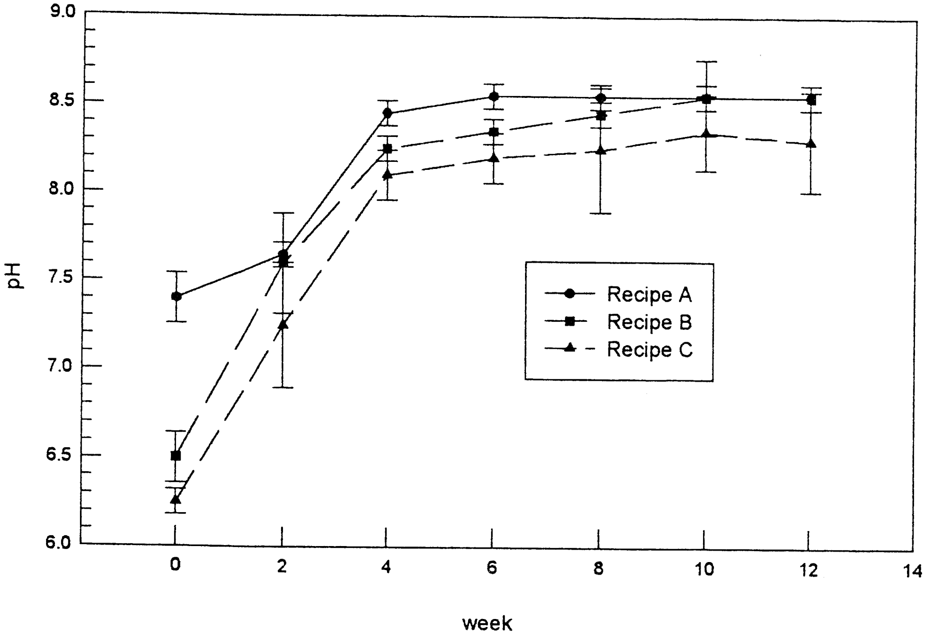
堆肥化過程中，堆肥材料的pH隨時間而增加，四星期後三種配方的pH皆高於8.0，其後酸鹼度漸趨於穩定而相近（圖1）。廢棄香菇木屑在堆肥化過程pH上升，與三種配方皆添加氮及鈣含量高的雞糞（表4）有關。前四星期，有機氮經由旺盛的脫氨作用（deamination）[13,16]釋出大量氨氣，造成鹼性的劇增，且雞糞中鈣含量高亦有利鹼性的形成，pH因而上升。配方A之pH高於配方B及配方C，是配方A添加較多量雞糞所致。

表 4. 廢棄香菇木屑及雞糞的養分濃度

Table 4. The composition of shiitake sawdust waste and chicken feces

Material	pH	E. C.[z] mmhos/cm	T. N. (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	O. C. (%)
Chicken feces	8.7a[z]	11.4a	2.80a	4.20a	4.37a	20.30a	0.22a	34.4a
Sawdust	5.6b	2.8b	1.25b	1.62b	0.76b	2.98b	0.08b	44.6b

[z] E. C. : Electrical conductivity. T. N.: Total nitrogen. O. C.: Organic carbon.
[y] Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the LSD test.



Recipe A: sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B: sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C: sawdust+chicken feces(32:4).

圖 1. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中pH 的變化

Fig. 1. Changes in pH of shiitake sawdust waste during composting.

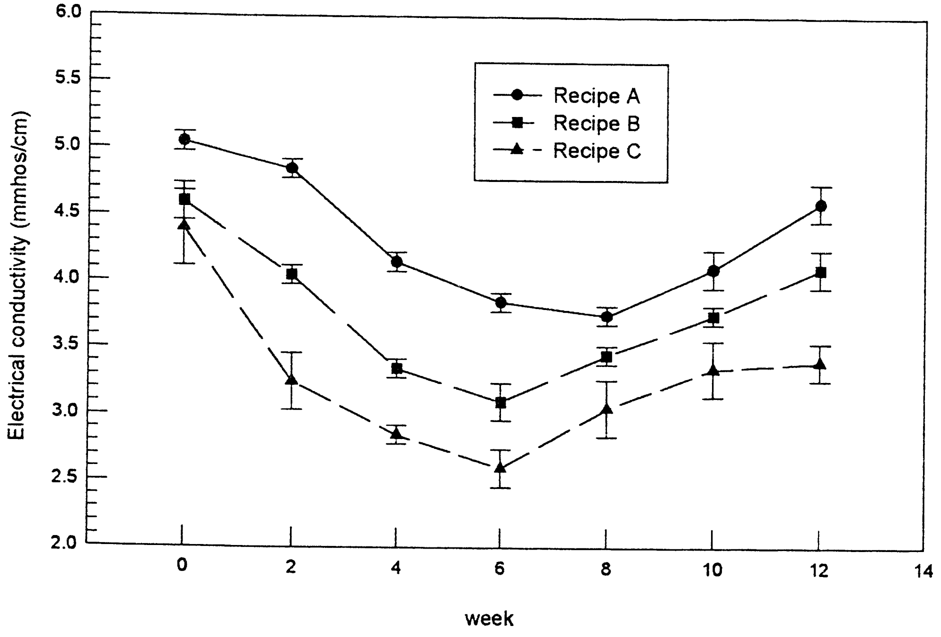
三種配方的電導度皆先下降，至第六星期之後才有再上升的趨勢（圖2）。電導度先下降然後再上升的現象，原因可能是剛開始堆肥化時，堆肥材料中含有較多的無機養分，故電導度較高，但隨著堆肥化過程的進行，無機養分被微生物吸收利用而濃度逐漸減少，電導度相對的逐漸下降，微生物繁衍至某一階段後族群數會減少[7,13]部份菌體死亡分解後釋出無機養分，故此時無機養分的濃度、鹽類濃度又提高[2,6]，使電導度測值上升。三種配方隨著木屑與雞糞混合比例的增加而電導度減小（圖2），此與木屑使用量增加，雞糞比例減少，造成雞糞的稀釋作用有關（表4）。配方 A、配方 B 所製造出來的堆肥，電導度皆超過4.0 mmhos／cm，故在施用時需要考慮堆肥使用量的限制，以避免過度施用，造成鹽害，反而不利作物生長。

有機碳含量隨時間增加而減少，配方 A 有機碳含量在前四星期內變化大，配方 B、配方 C則至

第八星期時才有較大的變化（圖3）。配方 A 有機碳含量減少速度遠比配方 B、配方 C 快，此與配方 A 添加較多量雞糞有關，雞糞所含之有機碳較容易被微生物當做碳源[2,6,7]，有利於菌株族群的繁衍，故有機碳被分解的速度會較快。總體而言三種配方的全氮濃度，依雞糞與木屑混合比例愈大，則濃度愈高，且隨著時間而升高（圖4）。全氮濃度在發酵後第三天時減少，至第七天時才回復接近原來濃度，然後隨著時間而增高，此現象是發酵初期氨氣的揮發損失[3]過快，而使全氮的濃度暫時下降。三種配方處理在發酵過程中，皆有氨氣揮發損失（圖5），但是堆肥材料中有機物被分解、代謝掉的速度可能遠超過氨的揮發損失，故全氮濃度有逐漸上升的趨勢。

有機碳與全氮的比值，隨時間而減少[2,6,7]，配方 A 者在四星期內迅速減小，配方 B、配方 C 在八星期內變化較大，然後趨向於平穩（圖6）。由上述試驗的結果，可以大致推斷廢棄香菇木屑和雞糞以8：4相互混合，在發酵條件良好情況下，可望在四星期後達到穩定，而趨於腐熟。適量氮源的添加對於加速廢棄菇類木屑的堆肥化是必要的，若氮源添加量不足或不添加氮源，則堆肥化所需要的時間會較長，至少要八星期。

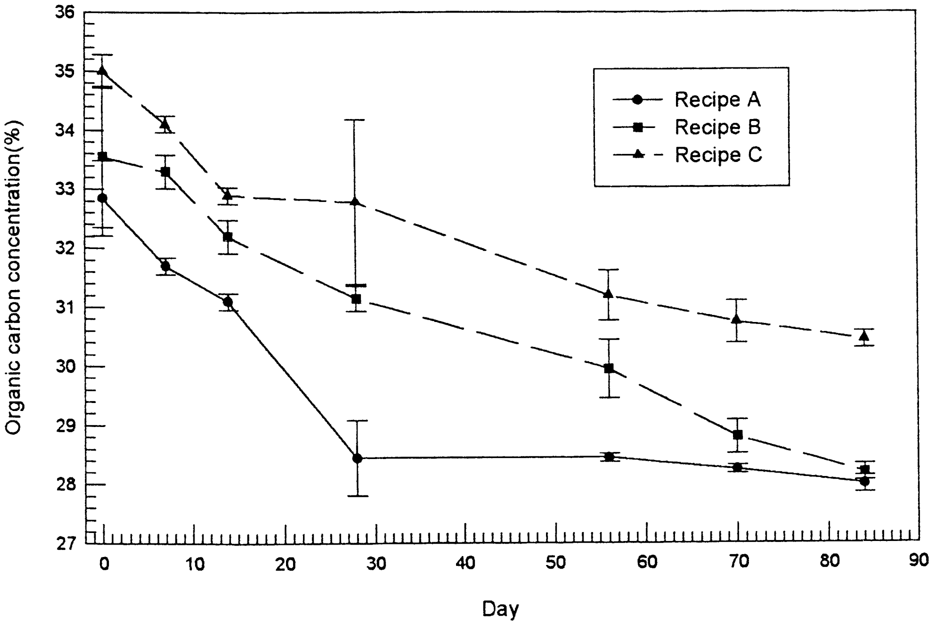
氨氣濃度於前六星期內較高，於堆肥化過程中，廢棄香菇木屑與雞糞以16：4或32：4比例混合比以 8 ： 4 比例混合，能顯著減少氨氣的產生(圖5)，此與木屑添加量愈多，愈能吸收愈多氨氣有關[8]。



Recipe A: sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B: sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C: sawdust+chicken feces(32:4).

圖 2. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中電導度的變化

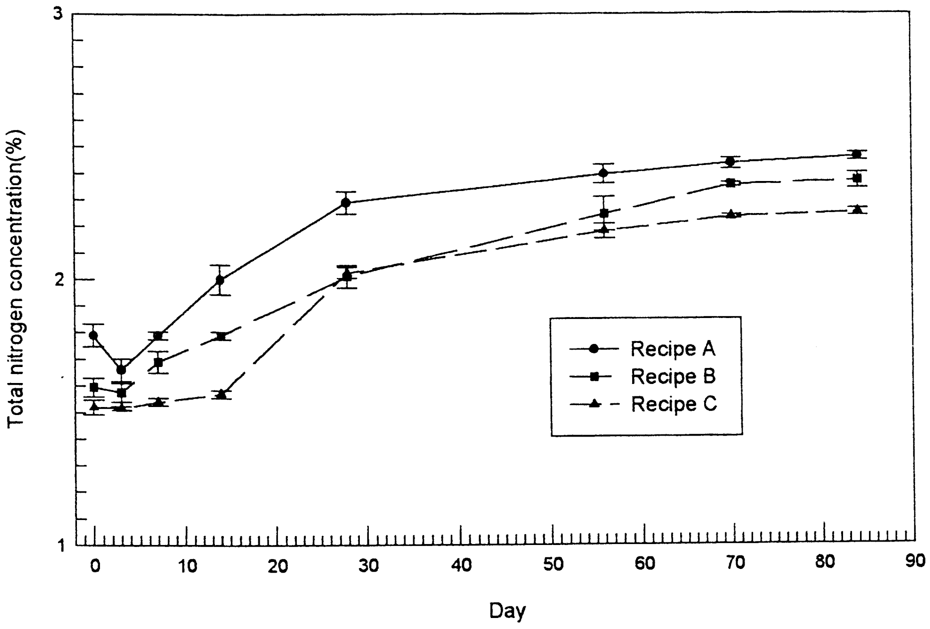
Fig. 2. Changes in electrical conductivity of shiitake sawdust waste during composting.



Recipe A: sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B: sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C: sawdust+chicken feces(32:4).

圖 3. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中有機碳濃度的變化

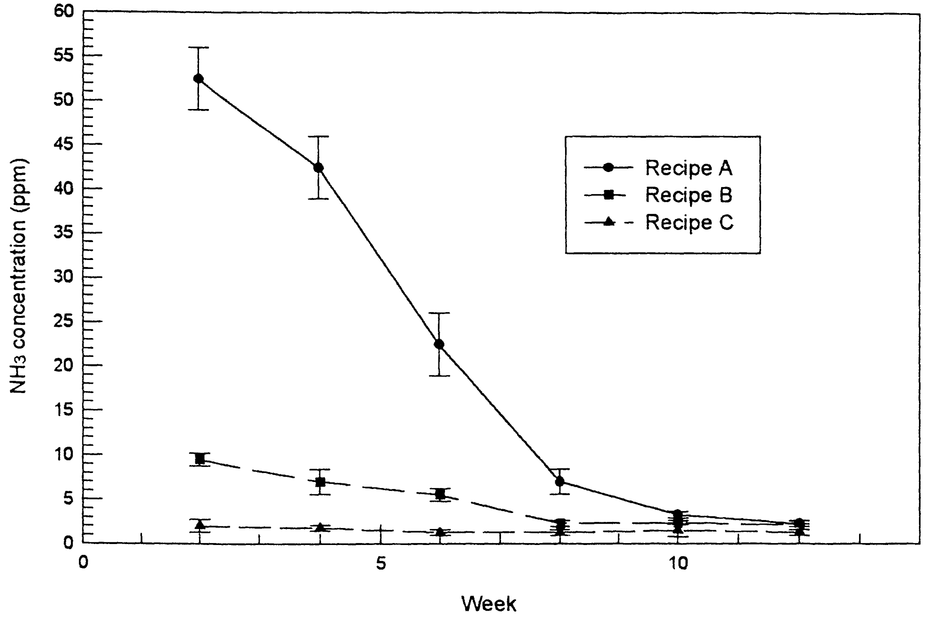
Fig. 3. Changes in organic carbon concentration of shiitake sawdust waste during composting.



Recipe A:sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B:sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C:sawdust+chicken feces(32:4).

圖 4. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中全氮濃度的變化

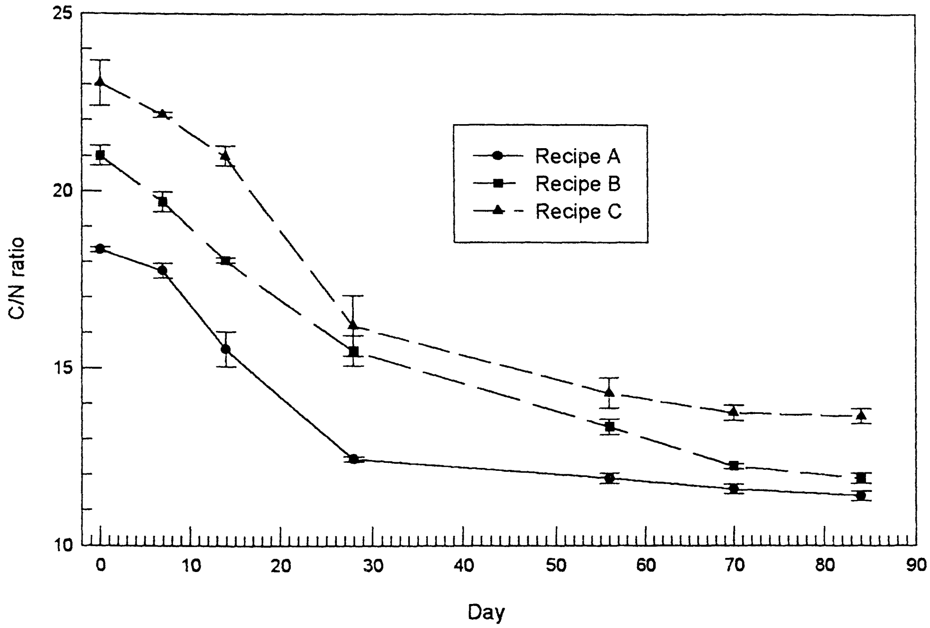
Fig. 4. Changes in total nitrogen concentration of shiitake sawdust waste during composting.



Recipe A: sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B: sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C: sawdust+chicken feces(32:4).

圖 5. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中氨氣濃度的變化

Fig. 5. Changes in ammonia gas concentration of shiitake sawdust waste during composting.



Recipe A: sawdust+chicken feces(8:4). Recipe B: sawdust+chicken feces(16:4).
Recipe C: sawdust+chicken feces(32:4).

圖 6. 廢棄香菇木屑於堆肥化過程中碳氮比值的變化

Fig. 6. Changes in C/N ratio of shiitake sawdust waste during composting.

二、堆肥施入土壤對土壤微生物菌數之影響

將配方 B 堆肥與土壤混合後，調水分含量爲20%或40%，然後測定土壤微生物菌數。試驗結果得知20%水分含量遠比40%水分含量有利於微生物的生長，堆肥加入土壤可以顯著增加微生物菌數，且以細菌爲主，眞菌數目每克土壤皆低於10^4 CFU。20%水分含量的土壤於第一天時，微生物菌數最高，至第三天則急速變小，在二星期後每克土壤的微生物菌數小於10^6 CFU（圖7），此與在前二星期內，有外來有機物可供微生物利用，而使土壤微生物活性顯著提高[5,15,18]有關。

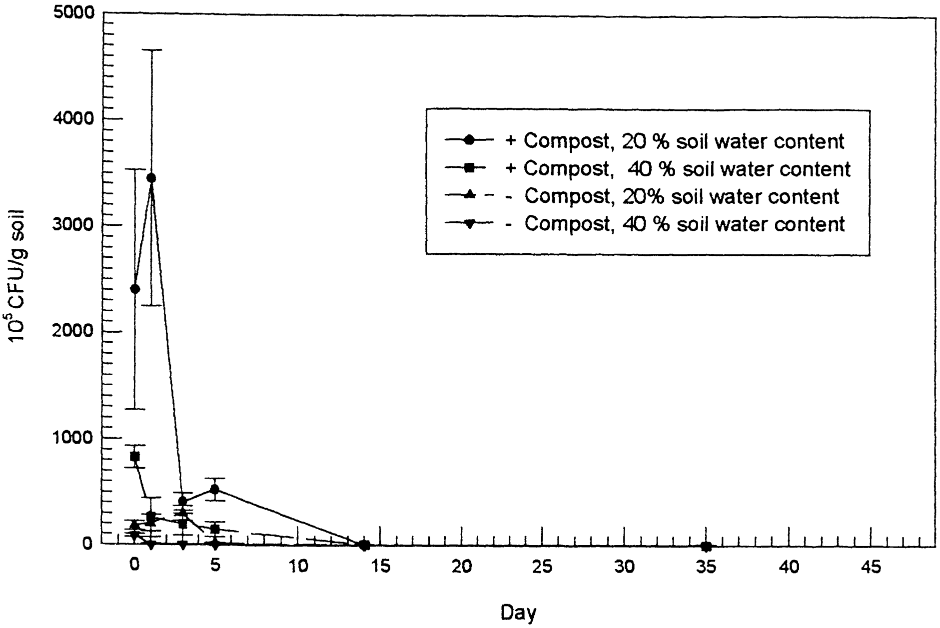


圖 7. 配方 B 堆肥施入土壤後土壤微生物菌數的變化

Fig. 7. Changes in microorganism population of soil incorporated with recipe B compost.

三、廢棄香菇木屑堆肥對小白菜生長之效應

每株小白菜的重量，以配方 A 堆肥者比配方 B 堆肥者及配方 C 堆肥者爲重，此與配方 A 堆肥所含的養分濃度高於配方 B 堆肥、配方 C 堆肥有關（表5）。

表 5. 三種配方堆肥配合化學肥料施用對小白菜株重（公克／株）的影響

Table 5. The weight of *Brassica chinesis* as affected by application of shiitake sawdust waste composts with chemical fertilizer added (g/plant).

Treatment[z]	Recipe A compost		Recipe B compost		Recipe C compost	
	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight	Fresh weight	Dry weight
I	63.7a[y]	3.9a	63.8a	3.9a	66.9a	3.9a
II	57.4a	3.5a	60.0a	3.6a	60.8b	3.5b
III	26.5c	1.7c	18.1c	1.3c	15.1d	1.7d
IV	35.6b	2.5b	35.6b	2.5b	35.6c	2.5c

[z] Treatment I, Treatment II, Treatment III, Treatment IV, same as table 2.

[y] Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the Duncan test.

試驗期間，若將三種配方堆肥養分（氮、磷、鉀）含量，按1／2或1／5爲有效養分估算，然後以化學肥料補足，相當于每盆施用0.360g 有效性氮、0.215g 磷酐、0.288g 氧化鉀（相當于每公頃施用300kg 有效性氮、179kg磷酐、240kg 氧化鉀）（表2），試驗結果得知每株小白菜鮮重皆分別比只施用化學肥料者爲重，小白菜乾重亦有相同的趨勢（表5），此由於生長期間堆肥可供小白菜吸收利用的有效養分量，遠大於全養分量的1/2，及木屑堆肥具有膨鬆性質，可以增進土壤通氣性、保水能力及生物活性[21]，故因而促進土壤的生產力[4,24]所致。

試驗結果，獲知只施化學肥料處理（施肥處理Ⅳ）的小白菜氮及鉀濃度，遠高於只施堆肥處理者（施肥處理Ⅲ），且可達二倍之多（表6、表8），只施堆肥處理小白菜的氮濃度、鉀濃度，處於氮及鉀缺乏範圍（deficiency range），此時氮及鉀成爲小白菜生長的限制因子（limiting factor），小白菜的生理機能因氮、鉀要素不足而無法順利進行，而影響作物的生長[1,9]。小白菜磷的濃度，施堆肥處理者皆高於只施肥化學料處理者（表7），但只施堆肥處理的小白菜株重卻顯著小於只施化學肥料處理者，顯示磷的效應不顯著，含量均已達豐富範圍，而氮與鉀之效應非常明顯，成爲影響之重要因子（表5、表6、表8）。

施肥處理Ⅰ與施肥處理Ⅱ小白菜的氮濃度及鉀濃度顯著高於只施堆肥處理者，而施肥處理Ⅰ、施肥處理Ⅱ小白菜的磷濃度低於只施堆肥處理者，但施肥處理Ⅰ、施肥處理Ⅱ小白菜的氮濃度、磷濃度、鉀濃度皆與只施化學肥料處理者植體養分的濃度接近（表6、表7、表8），且小白菜的株重以施肥處理Ⅰ＞施肥處理Ⅱ＞只施化學肥料處理＞只施堆肥處理（表5），顯示施肥處理Ⅰ、施肥處理Ⅱ小白菜的氮、磷及鉀濃度已達到適合小白菜生理機能需要的正常濃度。

施肥處理Ⅰ、施肥處理Ⅱ、及只施化學肥料處理小白菜植體的氮濃度：磷濃度：鉀濃度爲10至12：1：16至19，而只施堆肥處理小白菜植體的氮濃度：磷濃度：鉀濃度爲4至5：1：11（表6、表7、表8），顯然只施堆肥處理小白菜植體氮濃度與鉀濃度的比例偏低，又由表 1 的資料知道三種配方堆肥的氮濃度：磷濃度：鉀濃度都接近於1.3：1：1，比起適合一般蔬菜生長的氮濃度：磷濃度：鉀濃度爲5至6：1：6至8[22,23]來講，堆肥磷濃度的比例偏高，而氮濃度與鉀濃度的比例則偏低。故三種配方堆肥若配合化學氮肥及鉀肥的施用，顯然可增進小白菜氮、鉀的吸收量，而有利於小白菜養分的平衡，使小白菜的產量增加，但加施化學磷肥對小白菜磷的吸收，及促進小白菜的生長，則可能效益比較少。

表 6. 三種配方堆肥配合化學肥料施用對小白菜氮濃度的影響

Table 6. The nitrogen concentration of *Brassica chinesis* as affected by application of shiitake sawdust waste composts with chemical fertilizer added.

Treatment	Recipe A compost N (%)	Recipe B compost N (%)	Recipe C compost N (%)
Ⅰ	4.9ab[z]	5.0a	5.2a
Ⅱ	4.5b	4.9a	4.9a
Ⅲ	2.9c	2.6b	2.3b
Ⅳ	5.1a	5.2a	5.1a

[z] Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the Duncan test.

表 7. 三種配方堆肥配合化學肥料施用對小白菜磷濃度的影響

Table 7. The phosphorus concentration of *Brassica chinesis* as affected by shiitake sawdust waste composts with chemical fertilizer added.

Treatment	Recipe A compost P (%)	Recipe B compost P (%)	Recipe C compost P (%)
I	0.49b[z]	0.46b	0.50b
II	0.46b	0.45b	0.47b
III	0.59a	0.59a	0.57a
IV	0.42c	0.42c	0.41c

[z] Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the Duncan test.

表 8. 三種配方堆肥配合化學肥料施用對小白菜鉀濃度的影響

Table 8. The potassium concentration of *Brassica chinesis* as affected by shiitake sawdust waste composts with chemical fertilizer added.

Treatment	Recipe A compost K (%)	Recipe B compost K (%)	Recipe C compost K (%)
I	7.8a[z]	5.0a	5.2a
II	7.7a	4.9a	4.9a
III	6.4b	2.6b	2.3b
IV	7.6a	5.2a	5.1a

[z] Mean values in the same column followed by the same letter are not significantly different (P>0.05) as determined by the Duncan test.

結論與建議

廢棄香菇木屑與雞糞以16：4的比例相互混合，進行發酵製造堆肥，可望在八星期內趨近穩定腐熟，而且使氨揮發損失及氨氣臭味減低。三種配方堆肥的氮、磷及鉀養分濃度的比例，顯然磷的含量偏高，需要配合氮肥、鉀肥的施用，才能滿足作物生長養分平衡的需要，有關作物生長期中養分平衡與施肥配合，堆肥養分礦化率評估、堆肥施入土壤中引起酵素活性、生質量的變化情形，有待進一步深入的試驗研究予以探討。

誌　謝

本研究承農委會經費補助(計畫編號：82科技—2.4—糧—22及83科技—2.6—糧—57)，謹此致謝。

引用文獻

1. 王銀波。1991。植物營養學。189—192頁。國立中興大學，臺中市，臺灣省。
2. 林景和、王錦堂、林天枝、莊杉行。1993。菇類栽培太空包廢渣之再利用研究—堆肥製作研究。土壤肥料試驗報告（八十二年度）。168—177頁。臺灣省政府農林廳，南投縣，臺灣省。
3. 兵尚忠。1993。直立型密閉式雞糞堆肥發酵機之研究。國立中興大學農業機械工程學研究所碩士論文。臺中市，臺灣省。
4. 江國忠、彭德昌、黃山內。1995。果園、蔬菜園長期施用有機質肥料之效果。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。126—144頁。臺灣省農業試驗所，臺中縣，臺灣省。
5. 林俊光。1994。不同環境因子下豬糞堆肥對土壤微生物族群及活性之影響。八十二年度土壤肥料試驗研究成果報告。D1：1—13。臺灣省政府農林廳，南投縣，臺灣省。
6. 林財旺、簡宣裕。1995。農畜產廢棄物利用及堆肥製造之現況。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。43—58頁

。臺灣省農業試驗所，臺中縣，臺灣省。

7. 吳繼光、劉燕雪、簡宣裕。1995。雞糞一鋸木屑堆肥微生物相變化之研究。中華農業研究 44：297—312。
8. 高銘木、劉保文、唐俊成。1994。利用生物濾床法除農、工業臭味之研發與應用。微生物肥料之開發與利用研討會專刊。185—203頁。臺灣省農業試驗所，臺中縣，臺灣省。
9. 盛澄淵。1964。肥料學。12—15頁。國立編印館，臺北市。
10. 張淑賢。1981。本省現行植物分析法。作物需肥診斷技術。53—59頁。臺灣省農業試驗所，臺中縣，臺灣省。
11. 廖英明。1993。香菇栽培之污染微生物及其對香菇生長之影響。中華農業研究 42：187—189。
12. 簡宣裕。1993。菇類廢棄太空包木屑須經發酵過程製成堆肥之原因。農藥世界 122：63—65。
13. 魏岳壽、張曙明。1972。農業微生物學。446—450頁。國立編譯館，臺北市。
14. Fillipi, C., and A. Pero. 1989. The role of telluric microflora in the control or *Fusarium* wilt in carnations grown in soil with bark compost. Biological Waste. 27(4)：271—279.
15. Hattori, H. 1988. Microbial activities in soil amended with sewage sludge. Soil Sci. Plant Nutr. 34：221—232.
16. John, R. H. 1994. Fundamentals of general, organic, and biological chemistry, fifth edition. John Wiely & Sons, Inc., New York.
17. Komyo Company. 1994. Kitagawa gas detector tube system handbook.
18. Ladd, J. N. 1985. Soil enzyme, pp. 175—221. *In* D. Vaughan and R. E. Malcom (ed.), Soil organic matter and biological activity. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk, Netherland.
19. Morel, J. L., F. Colin, J. C. Germon, P. Godin, and C. Juste. 1985. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost, pp. 56—72. *In* J. K. R. Gasser (ed.), Composting of agricultural and other wastes. Agricultural and Food Research Council, London, UK.
20. Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter, pp. 570—571. *In* A. L. Page (ed.), Methods of soil analysis part II. ASA & SSSA, Madison, USA.
21. Schnurer, J., M. Clarholm, and T. Rosswall. 1985.Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. Soil Biol. and Biochemi. 17：611—618.
22. Howard, M. Resh. 1985. Hydroponic food for production. Wood Bridge Press, Santa Barbara, California, USA.
23. Soneveld, Ing. C. 1992. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. No. 8 serie: 21. Voedingsoplossingen glastuinbouw maart, Holland.
24. Sparling, G. P., and B. L. William. 1986. Estimation of biomass C and effect of glucose or cellulose amendments on the amounts of N and P released by fumigation. Soil Biol. and Biochemi. 18: 507—513.
25. Wollum II, A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms, pp. 781—802. *In* A. L. Page (ed.), Methods of soil analysis part II. ASA & SSSA, Madison, USA.
26. Yasuo, H., H. Kiyonori, O. Takashi, and K. Masayoshi. 1991. Quality aspects of animal waste composts, pp. 54—76. *In* H. H. Wang (ed.), Proceedings of Symposium on Pig Waste Treatment and Composting. The Biomass Energy Society of China, Taipei, ROC.

Composting Shiitake Sawdust Waste and Effects of Applied Composts on Growth of *Brassica chinensis* L. Makino[1]

Shiuan-Yuh Chien[2] and Tzo-Chuan Juang[3]

Summary

The objective of this study was to investigate the composition changes of shiitake sawdust waste composting with chicken feces at different rates, 8 : 4 (recipe A) , 16 : 4 (recipe B), and 32 : 4 (recipe C) , and the effect of application of composts on the growth of *Brassica chinensis* L. Makino.

Composting changes in pH, total N, organic C and C/N for the recipes had similar trends. Compost pH increased with time, and reached above 8.0 after 4 weeks of composting. Total nitrogen concentration started to increase 3 days after composting and leveled off after 4 weeks. Organic carbon content and C/N ratio reduced subsequently with time. Electrical conductivity decreased initially, but increased at 6 weeks after composting. NH_3 gas concentrations of recipe B and recipe C were significantly lower than that of recipe A.

pH, CaO, MgO contents of the composts of 3 recipes were similar, but electrical conductivity as well as percent N, P_2O_5 and K_2O of the composts were in the order of recipe A> recipe B>recipe C. Soil microorganism population reached to the highest level within 3 days when recipe B compost was applied to soils.

It is found that recipe A compost was more suitable for *B. chinensis* growth than those of recipe B and recipe C composts. The pot experiment also showed that the growth of *B. chinensis* with application of 12 g compost/pot was significantly lower than that of the chemical fertilizer treated plot, to which 0.360g N/pot, 0.215 g P_2O_5/pot and 0.288g K_2O/pot were applied.

Key words: Composting, Shiitake sawdust waste compost, *Brassica chinensis* L. Makino.

1. Contribution No. 1887 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Department of Soil Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.